

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-261644

(43)Date of publication of application : 11.10.1996

(51)Int.Cl.

F25J 3/04

F25J 3/04

(21)Application number : 07-064491

(71)Applicant : DAIDO HOXAN INC

(22)Date of filing : 23.03.1995

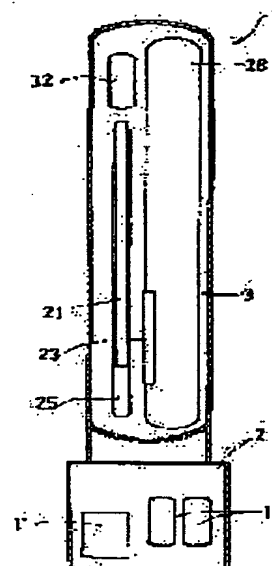
(72)Inventor : YOSHINO AKIRA

### (54) APPARATUS FOR PRODUCING HIGH-PURITY NITROGEN GAS

#### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To obtain a producing apparatus of high-purity nitrogen gas which makes it possible to narrow an installation space greatly and to make a heat exchanger small in size.

**CONSTITUTION:** This apparatus is equipped with an air compressor 11, adsorption towers 17, first and second heat exchangers 21 and 23, a fractionator 25, a partial condenser 32, a guide pipe guiding liquid air in the partial condenser 32, as a cold source for cooling compressed air, to the second heat exchanger 23, a liquid nitrogen storage tank 28 and an introducing pipe. A gas producing tower 1 made up of a lower chamber 2 and an upper vacuum chamber 3 formed to be long longitudinally is provided, while the liquid nitrogen storage tank 28, the fractionator 25 and both of the heat exchangers 21 and 23 are formed to be long longitudinally, and the air compressor 11 and the adsorption tower 17 are held in the lower chamber 2, while the liquid nitrogen storage tank 28, the fractionator 25, the two heat exchangers 21 and 23 and the introducing pipe are held in the upper vacuum chamber 3.



### LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 22.03.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3526648

[Date of registration] 27.02.2004

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C): 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-261644

(43) 公開日 平成8年(1996)10月11日

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>

F 2 5 J 3/04

識別記号

1 0 3

序内整理番号

9344-4D

F I

F 2 5 J 3/04

技術表示箇所

1 0 3

D

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号

特願平7-64491

(22) 出願日

平成7年(1995)3月23日

(71) 出願人 000126115

大同ほくさん株式会社

北海道札幌市中央区北3条西1丁目2番地

(72) 発明者 吉野 明

大阪府大阪狭山市西山台2丁目30番13号

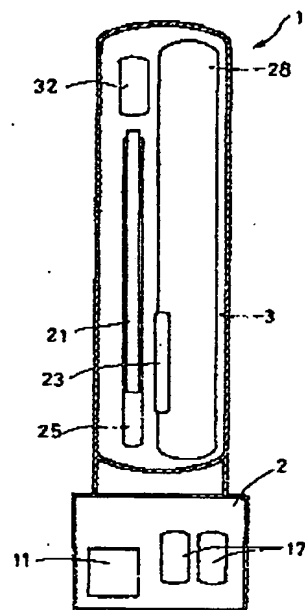
(74) 代理人 弁理士 西藤 征彦

(54) 【発明の名称】 高純度窒素ガス製造装置

(57) 【要約】

【目的】 設置スペースを大幅に狭くすることができ、かつ熱交換器を小形化することのできる高純度窒素ガス製造装置を提供する。

【構成】 空気圧縮機11と吸着塔17と第1、第2の熱交換器21、23と精留塔25と分餾器32と、分餾器32内の液体空気を圧縮空気冷却用の寒冷源として第2の熱交換器23に案内する案内パイプと、液体窒素貯槽28と導入パイプを備え、下部室2と縦長に形成された上部真空室3からなるガス製造塔1を設け、液体窒素貯槽28と精留塔25と両熱交換器21、23を縦長に形成し、下部室2に空気圧縮機11と吸着塔17を収容し、上部真空室3に液体窒素貯槽28と精留塔25と両熱交換器21、23と導入パイプを収容している。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 外部より取り入れた空気を圧縮する空気圧縮手段と、この空気圧縮手段によって圧縮された圧縮空気中の炭酸ガスと水とを除去する除去手段と、この除去手段を経た圧縮空気を超低温により冷却する第 1 および第 2 の熱交換器と、上記除去手段を経た圧縮空気を第 1 の熱交換器に導入する導入路と、この導入路から分岐しこの導入路内の圧縮空気の一部を第 2 の熱交換器に導入する分岐路と、上記両熱交換器を経由し超低温に冷却され合流された圧縮空気の一部を液化して内部に溜め空素のみを気体として保持する精留塔と、この精留塔の上部側に溜留させた空素ガスの一部を製品空素ガスとして取出す空素ガス取出路と、上記精留塔の上部に設けられた凝縮器内蔵型の分縮器と、上記精留塔と上記凝縮器とを連通する還流路と、上記精留塔の底部の貯留液体空気を凝縮器冷却用の寒冷源として上記分縮器に送給する供給路と、上記分縮器内の液体空気を圧縮空気冷却用の寒冷源として上記第 2 の熱交換器に案内する案内路と、液体空素を貯蔵する液体空素貯蔵手段と、この液体空素貯蔵手段内の液体空素を圧縮空気液化用の寒冷源として上記精留塔に導く液体空素導入路を備え、縦長に形成された上部真空室とその下側に設けられた下部室とからなるガス製造塔を設け、上記液体空素貯蔵手段と精留塔と両熱交換器をそれぞれ縦長に形成し、上記下部室に上記空気圧縮手段と除去手段を収容し、上記上部真空室に上記液体空素貯蔵手段と精留塔と両熱交換器を収容したことを特徴とする高純度空素ガス製造装置。

【請求項 2】 上部真空室に、断熱材としてパーライトが充填されている請求項 1 記載の高純度空素ガス製造装置。

【請求項 3】 液体空素貯蔵手段に第 2 の熱交換器が近接して配設されている請求項 1 記載の高純度空素ガス製造装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は、高純度空素ガス製造装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 従来の空素ガスの製造装置は、空気圧縮機で圧縮され吸着塔で不純ガス分除去された圧縮空気を熱交換するための熱交換器の冷媒の冷却用に、膨脹タービンをを用い、これを精留塔内に溜る液体空気（深冷液化分離により低沸点の空素はガスとして取り出され、残部が酸素リッチな液体空気となって溜る）から蒸発したガスの圧力で駆動するようになっている。ところが、膨脹タービンは回転速度が極めて大（数万回/分）であり、負荷変動に対する追従運転が困難であり、特別に養成した運転員が必要である。また、このものは高速回転するため機械構造上高精度が要求され、かつ高価であり、機構が複雑なため特別に養成した保全要員が必要という難

点を有している。すなわち、膨脹タービンは高速回転部を有するため、上記のような諸問題を生じるのであり、このような高速回転部を有する膨脹タービンの除去に対して強い要望があった。

【0003】 このような要望に対して、この発明者は、膨脹タービンの発生寒冷に代え、液体空素貯蔵タンクから精留塔に対して液体空素を寒冷として供給する高純度空素ガス製造装置を提案している（特願昭 59-4123 号）。この装置は、上記液体空素貯蔵槽がバックアップラインの液体空素源ともなっていることから、従来のバックアップ源が精留塔等に対する保全作業の容易化等を考慮して、精留塔とは別置されているという技術常識に従って、液体空素貯蔵槽を精留塔とは別置にしている。しかし、この装置では、液体空素貯蔵槽に貯留されている液体空素の気化物が上記貯蔵槽の上部から大気中に放出されるため、ロスが多い。また、精留塔に対する真空断熱と、液体空素貯蔵槽に対する真空断熱とをそれぞれ分けて行う必要があることから、設置作業が煩雑になるとともに、設置場所も広くなるという難点がある。さらに、精留塔と液体空素貯蔵槽とを連結する配管として真空断熱配管を用いる必要がある。

【0004】 そこで、この発明者は、精留塔と液体空素貯蔵槽とは別個に設置されるものという従来の技術常識を打破すると同時に、設置作業の簡略化、設置スペースの狭小化および構造の簡単化を図るものとして、図 13 に示すような高純度空素ガス製造装置を提案している（特願昭 60-299434 号）。この装置では、1つの真空保冷函 80 内に、精留塔 81 と、液体空素貯蔵槽 82 と、上下に 2 分割された熱交換器 83、84 と、精留塔 81 と液体空素貯蔵槽 82 を連結する配管（液体空素導入通路）85 を一緒に収容するようにしている。これにより、全体のスペースが小さくてすむという効果を奏する。うえ、各別に断熱材を用いて保冷するという手間が不要となる。また、従来、精留塔 81 と液体空素貯蔵槽 82 を連結していた真空断熱配管が不要となることから、装置全体の構造が簡単になるとともに、設備費も少なくてすむようになる。そうのえ、装置を停止状態からスタートアップさせる時に、液体空素貯蔵槽 82 によって、精留塔 81 が予冷された状態となっていることから、スタートアップ時間を短縮することもできる。図において、86 は圧縮空気供給通路、87 は空素ガス取出通路、88 は分縮器 89 内の気化液体空気を両熱交換器 83、84 に送る通路である。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上記装置では、空気圧縮機および吸着塔を収容する収容面の設置場所については、全く示されていない。このような収容面は、通常、真空保冷函 80 の機軸空間に並設されており、このため、装置全体として横倒部に広いスペースをとるという問題がある。しかも、上下に 2 分割された

3

熱交換器83、84が大形であるため、保冷層80が横側部にさらに広いスペースをとるようになる。

【0006】この発明は、このような事情に鑑みなされたもので、設置スペースを極端に小さくすることができるとともに、熱交換器を小形化することのできる高純度窒素ガス製造装置の提供をその目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するため、この発明の高純度窒素ガス製造装置は、外部より取り入れた空気を圧縮する空気圧縮手段と、この空気圧縮手段によって圧縮された圧縮空気中の炭酸ガスと水とを除去する除去手段と、この除去手段を経た圧縮空気を超低温により冷却する第1および第2の熱交換器と、上記除去手段を経た圧縮空気を第1の熱交換器に導入する導入路と、この導入路から分岐しこの導入路内の圧縮空気の一部を第2の熱交換器に導入する分岐路と、上記両熱交換器を経由し超低温に冷却され合流された圧縮空気の一部を液化して内部に溜め窒素のみを気体として保持する精留塔と、この精留塔の上部側に滞留させた窒素ガスの一部を製品窒素ガスとして取出す窒素ガス取出路と、上記精留塔の上部に設けられた凝縮器内蔵型の分縮器と、上記精留塔と上記分縮器とを連通する道流路と、上記精留塔の底部の貯溜液体空気を凝縮器冷却用の寒冷源として上記分縮器に供給する供給路と、上記分縮器内の液体空気を圧縮空気冷却用の寒冷源として上記第2の熱交換器に案内する案内路と、液体窒素を貯蔵する液体窒素貯蔵手段と、この液体窒素貯蔵手段内の液体窒素を圧縮空気液化用の寒冷源として上記精留塔に導く液体窒素導入路を備え、縦長に形成された上部真空室とその下側に設けられた下部室とからなるガス製造塔を設け、上記液体窒素貯蔵手段と精留塔と両熱交換器をそれぞれ縦長に形成し、上記下部室に上記空気圧縮手段と除去手段を収容し、上記上部真空室に上記液体窒素貯蔵手段と精留塔と両熱交換器を収容したという構成をとる。

【0008】

【作用】すなわち、この発明の高純度窒素ガス製造装置は、液体窒素貯蔵手段と精留塔と両熱交換器をそれぞれ縦長に形成し、ガス製造塔の下部室に空気圧縮手段と除去手段を収容し、縦長に形成されたガス製造塔の上部真空室に液体窒素貯蔵手段と精留塔と両熱交換器を収容している。したがって、装置全体が縦長の構造になり、横側部にスペースをあまりとらず、設置スペースを大幅に狭くすることができる。また、熱交換器を2個用い、一方の熱交換器（第2の熱交換器）を通る圧縮空気の冷却用の寒冷源として、分縮器内の液体空気を利用している。また、上部真空室に断熱材としてバーライトを充填する場合には、上部真空室の断熱が真空による断熱とバーライトによる断熱とを併用して行うことができ、効率のよい断熱が可能となる。また、液体窒素貯蔵手段に第2の熱交換器が近接して配設されている場合には、上記

4

第2の熱交換器を通る圧縮空気の冷却用の寒冷源として、分縮器内の液体空気を利用するだけでなく、液体窒素貯蔵手段内の超低温の液体窒素の冷熱をも有効に利用できる。したがって、上記第2の熱交換器内の圧縮空気を強力に冷却することができ、その分だけ第2の熱交換器を小形化することができるようになる。このため、上部真空室をさらに小形化して、設置スペースをさらに小さくすることができるようになる。

【0009】つぎに、この発明を実施例にもとづいて詳しく説明する。

【0010】

【実施例】

【0011】図1および図2は、この発明の一実施例を示している。これらの図において、1は窒素ガス製造塔であり、下部室2と縦長に形成された上部真空室3とを備えている。上記下部室2内には、2個の空気圧縮機11、12（一方の空気圧縮機12は隠れて見えない）と2個のドライヤー13、14（両方とも隠れて見えない）と2個1組の吸着塔17および電気ヒータ18（隠れて見えない）等が配設されている。この下部室2には、図3および図4に示すように、複数の扉4が閉開自在に取付けられており、扉4に空気取入口5が形成されているとともに、計器類（図示せず）の表示を確認する覗き窓6が設けられている。また、この下部室2には、図5に示すように、その天井壁の一隅部に加圧器47が立設されている。一方、上部真空室3内には、図6に示すような位置に、精留塔25と、この精留塔25とは別体で作製された凝縮器内蔵型の分縮器32と、第1および第2の熱交換器21、23と、液体窒素貯槽28および導入パイプ29（図示せず）が配設されている。すなわち、上部真空室3内の左側寄り部分の上側に凝縮器内蔵型の分縮器32が、下側に精留塔25がそれぞれ同心状に配設され、右側部分に液体窒素貯槽28が配設されている。また、第1の熱交換器21が精留塔25の前方に配設され、第2の熱交換器23が液体窒素貯槽28の近接部分に配設されている。このような精留塔25と液体窒素貯槽28および第1、第2の熱交換器21、23はそれぞれ縦長に形成されている。また、この上部真空室3には、その内部を満たすようにしてバーライトが充填されており、その背部にバックアップ系ライン40の蒸発器42が取付けられている。

【0012】上記のように窒素ガス製造塔1に収容された高純度窒素ガス製造装置の構成を詳しく説明する。図7において、11、12は容量の異なる空気圧縮機、13、14はドライヤー、17は2個1組の吸着塔である。21は第1の熱交換器であり、上記吸着塔17により水分および炭酸ガスが吸着除去された圧縮空気が、圧縮空気供給パイプ（導入路）22を経て送り込まれ、熱交換作用により超低温に冷却される。23は第2の熱交換器であり、上記圧縮空気供給パイプ22から分岐した

5

分岐パイプ24により、水分および炭酸ガスの吸着除去された圧縮空気が送り込まれる。この第2の熱交換器23に送り込まれた圧縮空気も熱交換作用により超低温に冷却され、ついで上記第1の熱交換器21で冷却された超低温圧縮空気に合流される。25は棚板式の精留塔であり、第1および第2の熱交換器21、23により超低温に冷却され合流パイプ26を経て送り込まれる圧縮空気をさらに冷却し、その一部を液化し液体空気27として底部に溜め、窒素のみを気体状態で取り出すようになっている。この精留塔25の天井部には、液体窒素溜め25aが設けられ、そこに、液体窒素貯槽28から液体窒素が導入パイプ29を介して送り込まれる。送入された液体窒素は、上記液体窒素溜め25aから溢れて精留塔25内を下方に流下し、精留塔25の底部から上昇する圧縮空気と向流的に接触し冷却してその一部を液化するようになっている。

【0013】すなわち、この過程で、圧縮空気中の高沸点成分（酸素分）が液化されて精留塔25の底部に溜り、低沸点成分の窒素ガスが精留塔25の上部に溜る。30は精留塔25の上部に溜った窒素ガスを製品窒素ガスとして取り出す取出しパイプで、超低温の窒素ガスを第1の熱交換器21内に案内し、そこに送り込まれる圧縮空気と熱交換させて常温にメインパイプ31に送り込む作用をする。32は凝縮器33内蔵型の分縮器で、上記凝縮器33に、精留塔25の天井部に溜る窒素ガスの一部が第1の還流液パイプ34を介して送り込まれて液化し、第2の還流液パイプ35を経て上記導入パイプ29内の液体窒素に合流するようになっている。上記分縮器32内は、精留塔25内よりも減圧状態になっており、精留塔25の底部の貯留液体空気27が膨脹弁37付きパイプ38を経て送り込まれ、気化して分縮器32の内部温度を液体窒素の沸点以下の温度に冷却するようになっている。この冷却により、精留塔25から第1の還流液パイプ34を介して凝縮器33内に送り込まれた窒素ガスが液化し、前記のように導入パイプ29内の液体窒素に合流する。25bは第1の液面指示調節計であり、精留塔25内の液体空気の液面を所定レベルに保ようにその液面に応じて弁29aを制御し、液体窒素貯槽28からの液体窒素の流量を制御する。36は第2の液面指示調節計であり、分縮器32内の液体空気の液面を一定レベルに保ようにその液面に応じて膨脹弁37を制御し、精留塔25内の液体空気の気化量を制御する。40はバックアップ系ラインであり、空気圧縮系ラインが故障したとき弁41を開き、液体窒素貯槽28内の液体窒素を蒸発器42により蒸発させてメインパイプ31に送り込み、窒素ガスの供給がとだえることのないようにしている。43は放出弁であり、不純物分析計（図示せず）によりメインパイプ31に送り出される製品窒素ガスの純度を分析し、その純度の低いときは製品窒素ガスを外部に逃気する作用をする。44は分縮器32内の液

6

体空気中のハイドロカーボンや二酸化炭素の凝縮を防止するために液体空気を第2の熱交換器23に案内する案内パイプであり、第2の熱交換器23に送り込まれる圧縮空気と熱交換してこれを超低温に冷却したのち大気に放出される。45は分縮器32の上部に溜った窒素分を廃窒素ガスとして取り出す廃窒素ガス取出パイプで、上記廃窒素ガスを第1の熱交換器21に案内してその冷熱により原料空気を超低温に冷却し、続いてその一部を放出パイプ46から直接大気中に放出する。47は加圧器であり、液体窒素貯槽28内の液体窒素の使用により、液体窒素貯槽28内の上部ガス空間の圧力が低下しないよう、液体窒素貯槽28内の液体窒素の一部を蒸発させて上記上部ガス空間に送るようにしている。49は供給弁であり、この供給弁49を作動させて製品窒素ガスを送る。

【0014】この装置は、つぎのようにして製品窒素ガスを製造する。すなわち、製品窒素ガスの需要量に応じた空気圧縮機11、12を選択し、この選択された空気圧縮機11、12により空気を圧縮し、この圧縮された空気をドライヤー13、14により空気中の水分を除去し、その状態で吸着塔17に送り込み水分および炭酸ガスを吸着除去する。ついで、水分および炭酸ガスが吸着除去された圧縮空気の一部を、圧縮空気供給パイプ22を経由させ第1の熱交換器21内に送り込んで超低温に冷却するとともに、残部を分岐パイプ24を経由させ第2の熱交換器23に送り込んで超低温に冷却し、両者を合流させて合流パイプ26を経て精留塔25の下部内に投入する。ついで、この投入圧縮空気を、液体窒素貯槽28から導入パイプ29を経由して精留塔25内に寒冷源として送り込まれた液体窒素および液体窒素溜め25aからの溢流液体窒素と向流的に接触させて冷却し、その一部を液化して精留塔25の底部に液体空気27として溜める。この液体空気27を分縮器32内に送り込み凝縮器33を冷却させる。この冷却により、精留塔25の上部から凝縮器33に送り込まれた窒素ガスが液化し、還流液となり第2の還流液パイプ35を経て液体窒素溜め25aに戻る。そして、上記のように精留塔25内において、投入された圧縮空気と溢流液体窒素とを接触させて冷却する過程において、窒素と酸素の沸点の差（酸素の沸点-183℃、窒素の沸点-196℃）により、圧縮空気中の高沸点成分である酸素が液化して流下し、窒素が気体のまま精留塔25の上部に残る。ついで、上記気体のまま残った窒素ガスを取出パイプ30から取り出して第1の熱交換器21に送り込み、常温近くまで昇温させメインパイプ31から超高純度の製品窒素ガスとして送り出す。

【0015】50は放出パイプ46の先端から分岐した分岐パイプで、吸着剤の再生のための加熱工程では、弁54、56、63を開き弁55、57、62を閉じ（このとき、弁59、60を開け弁58、61を閉じ、圧縮

7

空気の流路を構成する)、放出パイプ46内の廃棄素ガスの一部を電気ヒータ18に案内して昇温させ、ついでパイプ52を經由し、2個1組の吸着塔17のうち再生側のもの(左側の吸着塔17)のなかに送り込み、吸着剤の再生を行うようになっている。このように吸着塔17は2個1組となっており、各弁54~63操作によつて、一方の吸着塔17が吸着作動しているときは、他方の吸着塔17は上記常温廃棄素ガスで再生される。53は再生を終えた廃棄素ガスを大気に放出する放出パイプである。また、加熱後の冷却工程において、弁55、56、63を開き弁54、57、62を閉じ、放出パイプ46内の廃棄素ガスの一部をパイプ52を經由し、再生側のもの(左側の吸着塔17)のなかに送り込み、モレキュラーシーブ、アルミナ等の吸着剤を冷却し、使用済みの廃棄素ガスを放出するということが行われ、これによってモレキュラーシーブ等の再生が完了する。2個1組の吸着塔17はこのようにして交互に再生され使用される。

【0016】また、上記吸着塔17の吸着塔本体65は、図8および図9に示すように、耐圧部材からなる外殻66および吸着剤が配設された内殻67からなる二重殻構造に構成されている。上記外殻66は、円筒状中央部66aとドーム状天井部66bと逆ドーム状底部66cを備えており、上記ドーム状天井部66bおよび逆ドーム状底部66cの中央に穿設された丸穴の周縁からフィルター挿通用筒部68a、68bが垂設されている。一方、上記内殻67は、その内部空間が、モレキュラーシーブ等の吸着剤69を有するガス通路70に形成されており、円筒状中央部67aとドーム状天井部67bと逆ドーム状底部67cを備えている。そして、上記ドーム状天井部67bの中央に穿設された丸穴の周縁からフィルター挿通用筒部71が立設され、このフィルター挿通用筒部71の上端部が外殻66の内周面に溶接により一体的に取付けられている。また、上記内殻67には、その逆ドーム状底部67cの中央にガス入口側フィルター72の外径よりも大径に形成された中央穴73が形成されており、この中央穴73の内周面とガス入口側フィルター72の外周面との間に形成される隙間が連通部74に形成されている。このような外殻66と内殻67は略相似形に形成されており、これにより、外殻66の内周面と内殻67の外周面との間に形成される略一定幅の空間が断熱空間75に形成されている。76は左右一対のスペーサーであり、その外周面が外殻66の内周面に溶接により取付けられているとともに、その内周面が内殻67の外周面に当接しており、これにより内殻67の左右方向の振れを防止している。図において、77はガス出口側フィルター、78は接続管、79は支持部材である。

【0017】上記のような装置において、従来例の吸着塔(図10に示すような、圧力容器90からなる周壁の

8

外周面に、ロックウールからなる断熱材91が取付けられているもの)と、この実施例の吸着塔17を用い、吸着剤を180℃で加熱再生する場合に必要な熱量を計測した。この場合に、従来例の吸着塔に関しては、塔径を600mmに、塔の外壁の厚みを6mmに、塔長を1524mmに、外壁の材質をSS400に、鏡体部を2:1EDにそれぞれ設定した。また、断熱材の材質としてロックウールを用い、その厚みを75mmに、密度を200kg/m<sup>3</sup>に設定した。一方、この実施例の吸着塔17に関しては、内殻67の塔径を600mmに、厚みを2mmに、塔長を1524mmに、材質をSS400に、鏡体部を2:1EDにそれぞれ設定し、外殻66の塔径を650mmに、厚みを6mmに、塔長を1580mmに、材質をSS400に、鏡体部を2:1EDにそれぞれ設定した。また、吸着剤として、モレキュラーシーブを用いた。このような吸着塔における吸着剤、外壁、断熱材、内外両殻66、67の重量、加熱温度、比熱、放熱量、加熱時間および加熱必要熱量を表1(従来例の吸着塔)および表2(この実施例の吸着塔)に示す。表1および表2に示される加熱必要熱量は、下記の式1(従来例の吸着塔)および式2(この実施例の吸着塔)により算出した。なお、表1および表2において、比熱の単位(※1)は、kcal/kg・℃であり、表2において、伝熱係数(※2)の単位は、3.1kcal/m<sup>2</sup>・hr・℃である。

【0018】

【表1】

重量 (kg)	吸着剤 w1	275
	外壁 w3	135
	断熱材 w4	51
加熱温度 (℃)	吸着剤 Δt1	180-30=150
	外壁 Δt3	180-30=150
	断熱材 Δt4	(180+30)/2-30=75
比熱 (※1)	吸着剤 c1	0.22
	外壁 c3	0.11
	断熱材 c4	0.2
加熱必要熱量(kcal)		12068

【0019】

【表2】

重量 (kg)	吸着剤 w1	275
	内殻 w2	45
	外殻 w3	152
加熱温度 (℃)	吸着剤 Δt1	180-30=150
	内殻 Δt2	180-30=150
	外殻 Δt3	50-30=20
比熱 (※1)	吸着剤 c1	0.22
	内殻 c2	0.11
	外殻 c3	0.11
放熱量 q (kcal/Hr)		219 (※2)
加熱時間 T (Hr)		1.77
加熱必要熱量 (kcal)		10540

【0020】

【式1】  $w1 \cdot \Delta t1 \cdot c1 + w3 \cdot \Delta t3 \cdot c3 + w4 \cdot \Delta t4 \cdot c4$ 

【0021】

【式2】  $w1 \cdot \Delta t1 \cdot c1 + w2 \cdot \Delta t2 \cdot c2 + w3 \cdot \Delta t3 \cdot c4 + q \cdot T$ 

【0022】上記表1および表2により明らかなように、従来例の吸着塔に比べ、この実施例の吸着塔の方が再生工程においてかなり有利（略13%の動力削減になる）であることがわかる。

【0023】このように、上記塔1の上部真空室3内に、第1および第2の熱交換器21、23と精留塔25と分離器32および液体窒素貯槽28を配設した場合には、従来例のものと比べて、液体窒素貯槽28をコールドボックスに供給するパイプが不用になり、ヒートリークによるロスが大幅に低減できるうえ、液体窒素貯槽28内の液体窒素が極低温であるため精留塔25等のヒートリークも減少し、その分液体窒素の使用量が減少する。しかも、上記塔1が縦長に形成されているため、側方のスペースをとらない。さらに、停止後のスタートアップ時間を短縮することができる。例えば、24時間停止後にスタートアップする場合に、従来（液体窒素貯槽28別置型）では約3時間要していたのに対し、この実施例では30分程度で済む。そのうえ、液体窒素貯槽28が

縦長に形成され、塔1の上端部から下端部にわたって配設されているため、液体窒素貯槽28内の超低温の液体窒素が冷媒として作用し、塔1内を高さ方向の全体にわたって均一に冷却するという効果がある。特に、第2の熱交換器23が液体窒素貯槽28の近傍に配設されているため、上記冷媒の作用により第2の熱交換器23が有効に冷却されて、この第2の熱交換器23による圧縮空気の冷却が効率良く行える。そのうえ、この第2の熱交換器23が第1の熱交換器21より小形であり、その分熱容量が小さいため、液体窒素貯槽28に熱的悪影響を及ぼさない。

【0024】また、吸着塔17は、その吸着塔本体65が二重殻構造に構成されており、この二重殻構造の外殻66と内殻67間の空間に空気層からなる断熱空間75を形成している。したがって、従来のように外壁の外周部にロックウール等の断熱材からなる断熱層91を設けたものと比べて、吸着剤の再生のための加熱工程において大きな熱量を必要としない。また、加熱された外殻66や断熱空間の熱量が少なく、再生された吸着剤の冷却工程においてもこれを長時間冷却する必要もない。したがって、再生加熱工程の加熱動力の削減や加熱・冷却時間の短縮が可能になる（例えば、180℃で加熱再生する場合に、13%の再生時間の短縮となる）。特に、耐圧部材の肉厚が厚いものには、非常に有効である。さらに、火気温度以上の流体や水分を多く含む流体に対する吸着工程においても、放熱しやすく、吸着塔内温度上昇を抑えることができ、吸着剤の性能（吸着容量等）を向上させることができる。そのうえ、連通部74がガス通路70のガス入口に設けたフィルター72の周囲に形成されているため、上記断熱空間75が空気中の不純ガス分の捕獲部として作用する。そして、これら捕獲された不純ガス分がガス通路70に流入してきた空気とともにガス出口側に流れても吸着剤で除去される。そのうえ、下部室2内に空気を取り入れるため、扉4に空気取入口5を設けている。したがって、従来例のように、ダクトを設けて空気を取り入れるようにしたものとは比べて、構造が簡単になる。

【0025】なお、上記実施例では、精留塔25として棚段式のものを用いているが、これに限定するものではなく、図11および図12に示すような充填物バック48が充填された充填式のものを用いるようにしてもよい。この充填物バック48は、ステンレス等の金属製の波状板48aを所定間隔を開けて交互に斜め方向に向くように積層したものであり、精留塔25内には複数個の充填物バック48が、波状板48aの積層方向（矢印で示す）が交互に直交するように積層されている。このような充填物バック48を用いることで、運転時の精留塔25内での圧力損失を小さくしている。

【0026】

【発明の効果】以上のように、この発明の高純度窒素ガ



ス製造装置によれば、液体窒素貯蔵手段と精留塔と両熱交換器をそれぞれ縦長に形成し、ガス製造塔の下部室に空気圧縮手段と除去手段を収容し、縦長に形成されたガス製造塔の上部真空室に液体窒素貯蔵手段と精留塔と両熱交換器を収容しているため、スタートアップ時間を短縮することができ、しかも装置全体が縦長の構造になり、横側部にスペースをあまりとらず、設置スペースを大幅に狭くすることができる。また、熱交換器を2個用い、一方の熱交換器(第2の熱交換器)を通る圧縮空気の冷却用の寒热源として、分縮器内の液体空気を利用している。また、上部真空室に断熱材としてパーライトを充填する場合には、上部真空室の断熱が真空による断熱とパーライトによる断熱とを併用して行うことができ、効率のよい断熱が可能となる。また、液体窒素貯蔵手段に第2の熱交換器が近接して配設されている場合には、上記第2の熱交換器を通る圧縮空気の冷却用の寒热源として、分縮器内の液体空気を利用するだけでなく、液体窒素貯蔵手段内の超低温の液体窒素の冷熱をも有効に利用できる。したがって、上記第2の熱交換器内の圧縮空気を強力に冷却することができ、その分だけ第2の熱交換器を小形化することができるようになる。このため、上部真空室をさらに小形化して、設置スペースをさらに小さくすることができるようになる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の一実施例を示す窒素ガス製造塔の斜視図である。

【図2】上記塔の要部断面図である。

【図3】上記塔の正面図である。

【図4】上記塔の背面図である。

【図5】上記塔の平面図である。

【図6】上記塔の上部真空室の説明図である。

【図7】上記塔に収容された高純度窒素ガス製造装置の構成図である。

【図8】吸着塔の縦断面図である。

【図9】上記吸着塔の拡大横断面図である。

【図10】従来例の吸着塔を示す縦断面図である。

【図11】精留塔に用いる充填物バックの説明図である。

【図12】上記充填物バックの拡大説明図である。

【図13】従来例の真空保冷面の断面図である。

【符号の説明】

1 窒素ガス製造塔

2 下部室

3 上部真空室

11、12 空気圧縮機

17 吸着塔

21 第1の熱交換器

22 圧縮空気供給パイプ

23 第2の熱交換器

24 分岐パイプ

25 精留塔

28 液体窒素貯蔵槽

29 導入パイプ

30 取出パイプ

32 分縮器

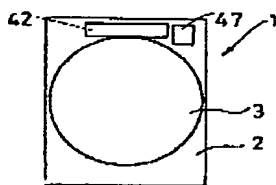
33 凝縮器

34 第1の還流液パイプ

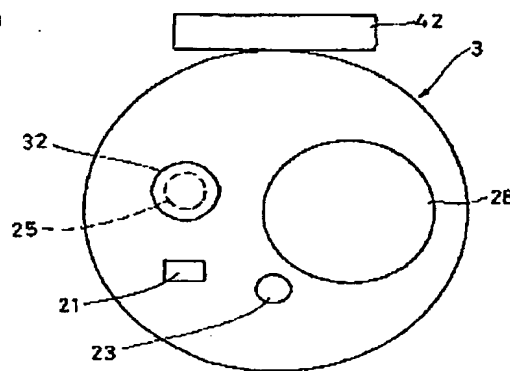
35 第2の還流液パイプ

44 案内パイプ

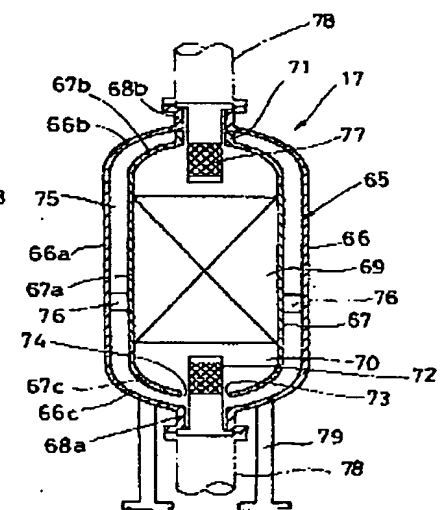
【図5】



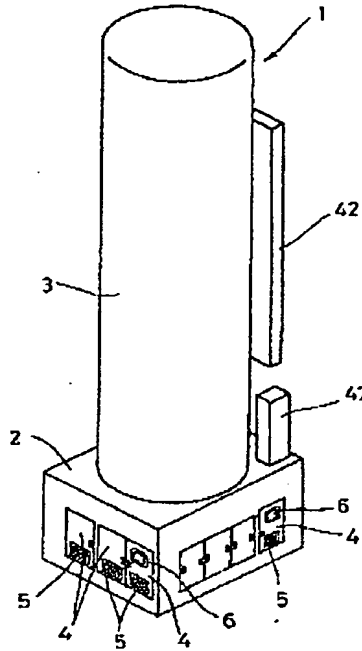
【図6】



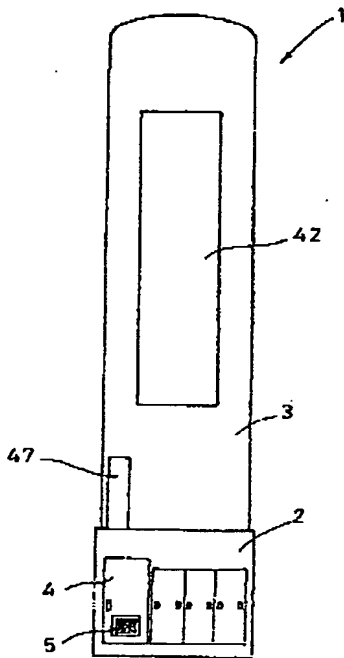
【図8】



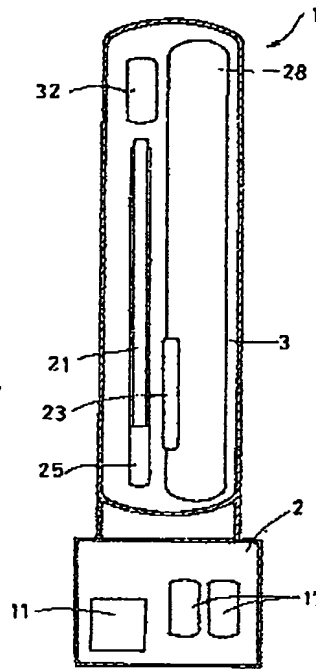
【図1】



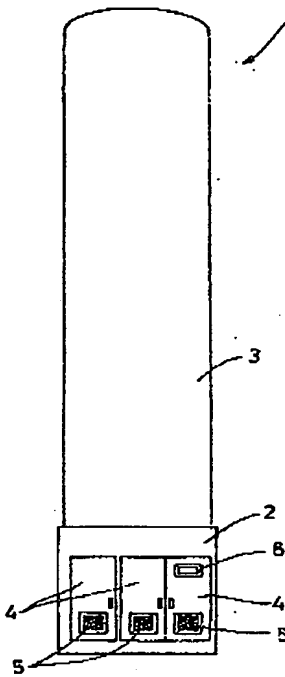
【図4】



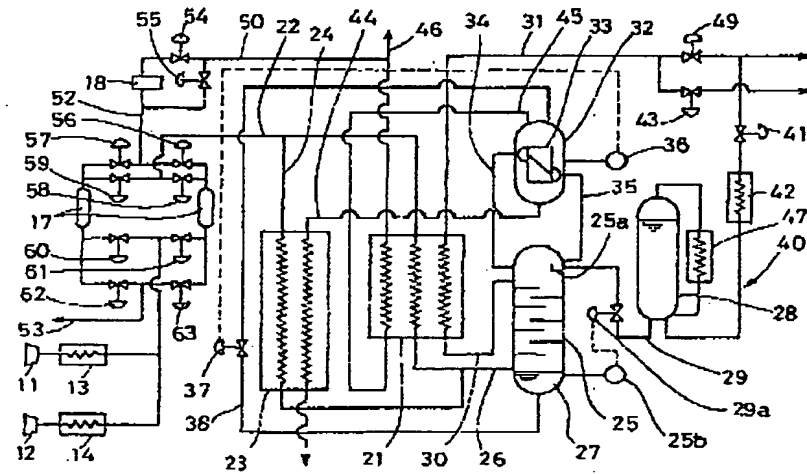
【図2】



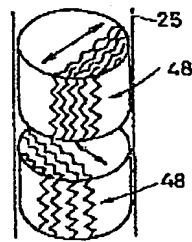
【図3】



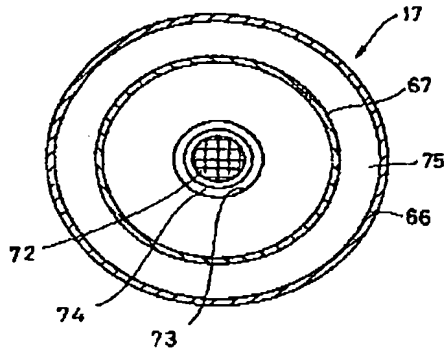
【図7】



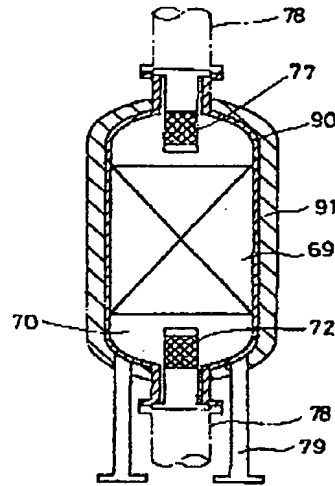
【図11】



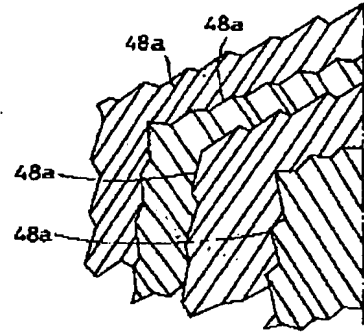
【図9】



【図10】



【図12】



【図13】

